

华中科技大学

二〇〇三年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 传 热 学

适用专业: 工程热物理、热能工程、制冷及低温工程、供热、供燃气通风及空调工程。

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、简答题 (9 分 \times 5 = 45 分)

- 1 什么是温度场? 什么是温度梯度? 写出其数学表达式, 且以此来描述傅立叶定律。
- 2 我们为什么把肋片的散热归入一维稳态导热问题? 肋片效率是如何定义的? 它与哪些因素相关? 请定性分析在给定肋片材料下是否存在使散热最大的最佳的肋片效率?
- 3 对流换热过程微分方程组的无量纲化可以产生一系列无量纲的准则, 试问雷诺数 (Re)、贝克来数 (RePr 即 Pe) 和努谢尔特数 (Nu) 各自是从什么微分方程中导出的, 他们各自的物理意义如何?
- 4 努谢尔特建立竖板层流膜状凝结换热模型时做了许多假设, 你能指出有哪些主要的假设吗? 在实际的膜状凝结过程中, 因不满足这些假设因素会对凝结过程带来何种影响?
- 5 从基尔霍夫定律可以得出物体的黑度等于吸收率的结论, 但用于一般的物体是有条件的。你知道这些条件吗? 灰体是否还需要这些条件? 请解释一下原因。

二、分析题 (15 分 \times 3=45 分)

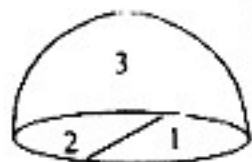
- 1 一个原来温度为 T_0 的铜球突然浸入液体中, 该液体温度是由电热器控制, 其变化关系式为: $T_\infty - T_\infty = A \sin(\omega t)$, 其中 T_∞ 为液体的平均温度, T_∞ 为液体的温度, A 为温度变化的振幅, ω 为角频率。今假设球及液体的温度均可认为是集总的, 且球与液体间的换热系数为常数, 试建立铜球温度随时间变化的微分方程, 并解方程得出球的温度与时间的函数关系。
- 2 管内湍流强迫对流换热时, 换热准则关系式为 $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n$ 。试问: ①流速增加一倍, 其它条件不变, 对流换热系数 α 如何变化? ②管径缩小一半, 流速等其它条件不变, α 如何变化? ③管径缩小一半, 容积流量等其它条件不变, α 如何变化?
- 3 圆管外包上保温材料当其小于某一外直径时会使热流量增加, 导出这一临界直径的表达式。球壁外包保温材料会有这种现象吗? 如果有也请导出其表达式。

三、计算题 (15 分 \times 4=60 分)

- 1 有一根外直径 $d=0.3\text{m}$ 的水蒸气管道, 已知水蒸气温度为 400°C , 管道外包了一层厚 0.065m 的材料 A , 测得其外表面温度为 40°C , 但材料 A 的导热系数无数据可查, 为了知道热损失情况, 在材料 A 外又包了一层厚 0.02m , 导热系数 $\lambda_b = 0.2\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 的材料 B , 测得材料 B 的外表面温度为 30°C , 内壁面温度为 180°C 。试推算未包材料 B 时的热损失和材料 A 的导热系数 λ_a 。(提示: 蒸汽凝结换热热阻和金属壁导热热阻可以忽略)。
- 2 有一热水管道, 加上保温层后的外直径为 300mm , 已知当周围环境温度为 -10°C 时其自然对流的热损失为 $q_r = 168\text{W}/\text{m}$, 试求保温层外表面的温度 (误差不大于 1°C)。设空气物性值: $\lambda = 0.025\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$, $\nu = 14.16 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, $Pr = 0.705$; 准则关系式为: $Nu = 0.53(Gr Pr)^{0.25}$ 。

- 3 如图所示的半球状壳体中, 黑度 $\varepsilon=0.475$ 的半球表面 3 处于辐射热平衡; 底部圆盘的一半表面 1 为灰体, $\varepsilon_1=0.35$ $T_1=555\text{K}$, 圆盘另一半表面 2 为黑体, $T_2=333\text{K}$. 半球的半径 $R=0.3\text{m}$. 试计算: ①表面 1 和表面 2 的净辐射换热量; ②表面 3 的温度。

计算题 3 附图



- 4 外直径为 25mm 而内直径为 22mm 的某冷凝器管子的导热系数 $\lambda=89\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$. 水蒸气在管外凝结, 传热系数为 $5000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$; 管内冷却水的对流换热系数为 $1000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$. 试分别以管内、外表面积为基准计算出对应的传热系数。